Documentation projet InvestQ

# Liste de ressources utilisées

* [Exemple de projet d’apprentissage par renforcement](https://medium.datadriveninvestor.com/how-to-use-reinforcement-learning-for-profitable-investing-ebe8662f13cc)
* [Documentation de l’API Alpaca](https://docs.alpaca.markets/reference/stockbars-1)
* [Article 2018](https://arxiv.org/pdf/1811.07522)

# Notions et vocabulaires

## Titre

Un titre(stock), également connue sous le nom « equity », est un titre financier qui représente la propriété d'une fraction de la société émettrice. Les unités d'actions sont appelées parts (shares), qui donnent à leur propriétaire droit à une proportion des actifs (assets) et des bénéfices de la société correspondant à la quantité d'actions qu'il possède.

Les actions sont principalement achetées et vendues sur les bourses et constituent la base des portefeuilles de nombreux investisseurs individuels. Les transactions boursières doivent respecter les réglementations gouvernementales destinées à protéger les investisseurs contre les pratiques frauduleuses.

## Positions

Une position est la quantité d'un titre, d'un actif ou d'une propriété possédée (ou vendue à découvert) par un individu ou une autre entité. Un trader ou un investisseur prend une position lorsqu'il effectue un achat via un ordre d'achat, indiquant une intention haussière ; ou lorsqu'il vend des titres à découvert avec une intention baissière.

L'ouverture d'une nouvelle position est finalement suivie à un moment donné dans le futur par la sortie ou la clôture de la position (c’est-à-dire la vente de tous les parts).

### Position longue

Une position longue signifie que l'investisseur a acheté un actif financier (comme des actions, des obligations ou des marchandises) et s'attend à ce que le prix de cet actif augmente.

L'objectif est de vendre l'actif à un prix plus élevé dans le futur pour réaliser un profit.

### Position courte

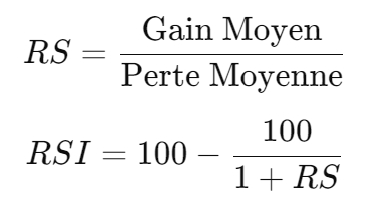
Une position courte signifie que l'investisseur a emprunté un actif financier et l'a vendu avec l'intention de le racheter plus tard à un prix inférieur.

L'objectif est de profiter de la baisse du prix de l'actif en le rachetant à un prix inférieur à celui de la vente initiale.

# Indicateurs techniques d’analyse

## L’indicateur RSI

L'indice de force relative (RSI) est un indicateur technique populaire utilisé dans l'analyse des marchés financiers. Il est conçu pour mesurer la vitesse et le changement des mouvements de prix. Le RSI oscille entre 0 et 100 et est généralement utilisé pour identifier les conditions de surachat ou de survente dans un marché.



### L’indicateur MACD

Le MACD (Moving Average Convergence Divergence) est un indicateur technique utilisé dans l'analyse technique des marchés financiers. Il est basé sur les différences entre deux moyennes mobiles exponentielles (EMA) et est souvent utilisé pour identifier les tendances et les points d'inversion potentiels.

### L’indicateur ADX

L'indice directionnel moyen (ADX) est un indicateur d'analyse technique utilisé par certains traders pour déterminer la force d'une tendance.

La tendance peut être soit à la hausse soit à la baisse, et cela est montré par deux indicateurs d'accompagnement, l'indicateur directionnel négatif (-DI) et l'indicateur directionnel positif (+DI). Par conséquent, l'ADX comprend généralement trois lignes distinctes.

2 indicateurs de performances :

* Sharpe ratio
* Cumulative returns

# Récupération des données historiques

L’historique d’Alpaca remonte jusqu’à 2016 mais avec des données manquantes. On utilisera les données depuis 2017 afin qu’elles soient plus complète.

4 types de données historiques :

* Historical bars : correspond aux candlesticks qu’on va détailler ci-dessous
* Historical auctions : …
* Historical quotes : …
* Historical trades : …

**SIP** is short for [Securities Information Processor](https://en.wikipedia.org/wiki/Securities_information_processor). All US exchanges are mandated by the regulators to report their activities (trades and quotes) to the consolidated tape. This is what we call SIP data.

**IEX** ([Investors Exchange](https://en.wikipedia.org/wiki/IEX)) is a single stock exchange.

On utilisera le SIP pour les données historiques et IEX pour récupérer les données en temps réel étant donné qu’on n’a pas accès aux données SIP en temps réel avec la version gratuite de l’API Alpaca.

On récupère une liste de stocks avec 2 times frame différents : L’état du stock sur une durée de 1 jour et sur 1 heure.

API limitée à 200 requêtes par minute => il faut donc ajouter un sleep pour éviter un blocage de l’API surtout pour un time frame d’une heure (beaucoup plus de données et donc d’appel à l’API)

On récupère des données sous la forme de « candlestick ». Cette forme permet de représenter l’état du marché durant l’intervalle de temps défini, en indiquant :

* Le prix d’ouverture -> la valeur de la première transaction
* Le prix de fermeture -> la valeur de la dernière transaction
* Le prix le plus élevé durant cet intervalle de temps
* Le prix le plus bas durant cet intervalle de temps

Ajouté à ça :

* Le nombre d’échange effectué
* L’horodatage indiquant le début de période spécifiée
* Le volume d’actions échangées durant la période spécifiée
* Le Volume-Weighted Average Price - VWAP : Le prix moyen pondéré par le volume pour la période spécifiée. Il est calculé en multipliant chaque prix de transaction par le volume de cette transaction, puis en divisant la somme des produits par le volume total des transactions

# Etat de l’art

Blablabla article

# Expérimentation

Lorsqu’on observe l’évolution du prix en fonction du temps pour une action, on voit clairement des tendances se dessiner. On pourrait croire naïvement qu’il suffit d’acheter lorsque l’action augmente et vendre lorsque celle-ci baisse sur des périodes suffisamment grandes. Pour se rendre compte de la difficulté du problème, on va simuler à l’aide des données historiques des stratégies simples : La première basée sur la différence de prix entre deux temps différents et une autre sur le calcul du momentum afin de lisser les variations et mieux faire ressortir les tendances. Ces deux stratégies ne sont pas officielles et sont seulement là pour montrer que ce n’est pas un problème simple.

Dans un seconde temps, on va utiliser une approche machine learning avec du forecasting sur des séries temporelles avec un modèle basé sur des couches LSTM puis un modèle plus complexe avec le Prophet de Méta. Finalement, on va tester des algos d’apprentissage par renforcement en utilisant des modèles comme PPO qui sont efficient sur des environnements stochastiques.

Les résultats que l’on va présenter ci-dessous se base sur l’action d’Apple entre le 1er janvier 2023 jusqu’au mois de mai 2024 (1 an et demi). Chaque valeur est éloignée d’une heure l’une de l’autre (time frame d’une heure). Pour simplifier le problème, on ne peut acheter qu’une seule action à la fois et on considère un portfolio de 10.000€ initialement. Pour les modèles de machine learning on va utiliser les données entre le 1er janvier 2017 jusqu’à 2022 pour l’entrainement et jusqu’à 2023 pour le jeu de validation, le jeu de test sera le même entre le 1er janvier 2023 jusqu’au mois de mai 2024. On notera que Apple à diviser son action par 4 au 31 Aout 2020, on va donc multiplier par 4 les prix pour ne pas perturber l’apprentissage de nos modèles.

## Approche simple

### Différence de prix

On va commencer par calculer la différence de prix entre deux temps différents que l’on va faire varier. L’idée est que si on est dans une tendance ou le prix augmente, alors le prix actuel doit être supérieur au prix précédent et donc il faut acheter. Inversement lorsqu’on a une tendance à la baisse. On va également faire varier l’intervalle de temps pour ce calcul de différence de prix. En effet, à cause de la forte volatilité des prix il pourrait être intéressant de se baser sur des temps plus large.

Pour comparer les résultats on utilisera comme baseline, l’évolution de l’action.

Une image contenant texte, capture d’écran, Police, Tracé

Description générée automatiquement

On affiche ci-dessus les résultats pour un calcul de différente entre 1, 10, 20, 40 et 80 valeurs qui ne correspondent pas exactement à leur équivalent en heure car le marché n’est pas ouvert 24h/24.

Comme on peut l’observer, seulement la courbe verte (différence de 40) est supérieur à l’action à la fin de l’historique et le gain n’est pas significativement meilleur. On ne peut pas conclure que cette stratégie de trading est plus performante que simplement se positionner sur une action à long terme.

### Momentum du prix

Afin de faire ressortir les tendances, on va lisser le bruit en utilisant le momentum du prix.



Avec pt le prix au temps t, beta un paramètre entre 0 et 1, et mt le momentum calculé.

On va utiliser la même stratégie qu’avant pour calculer la différence de prix entre le prix actuel et la valeur précédente mais basée sur le momentum du prix. On choisit les valeurs béta suivantes [0.9, 0.95, 0.99, 0.995, 0.999]. Plus la valeur est grande est plus le prix sera lissé mais le momentum sera davantage en retard sur le prix réel.

Une image contenant texte, capture d’écran, Police, ligne

Description générée automatiquement

On obtient les meilleurs résultats pour les valeurs de béta 0.99 et 0.995. Cette stratégie semble plus efficace que la précédente mais le gain reste trop faible pour pouvoir conclure à sa réelle efficacité. Sur d’autres périodes ou actions les paramètres optimales pourraient être différents et rien n’assure d’avoir de meilleur résultat.

Ces 2 expérimentations démontre bien la difficulté du problème. Effectuer du trading en se basant uniquement sur la tendance aboutit généralement à de moins bon résultats qu’une position longue sans effectuer de trading. On a pu optimiser les paramètres pour obtenir des résultats légèrement meilleur que l’évolution de l’action parce qu’on connaissait l’évolution du prix de l’action sur toute la période de trading. Dans un cas réel ou on ne connaitrait pas l’évolution des prix futur, on pourra pas déterminer les meilleurs paramètres.

Les traders utilisent de multiples indicateurs plus sophistiqué, leurs expériences personnelles et les évènements qui pourrait influencer l’action en dehors de l’étude pur de l’évolution des prix.

## Approche machine learning